

Low flow resistance liq. cooling body - esp. for cooling semiconductor device includes electrically insulating, thermal conductive material with cooling channels etc.

Patent Number: DE4017749
Publication date: 1991-12-05
Inventor(s): BAUMANN HEINRICH DR (DE)
Applicant(s): ABB PATENT GMBH (DE)
Requested Patent: ☐ DE4017749
Application Number: DE19904017749 19900601
Priority Number(s): DE19904017749 19900601; DE19893908996 19890318
IPC Classification: F28D21/00; F28F21/04; H01L23/473; H05K7/20
EC Classification: F28F3/12, F28F7/02, H01L23/473, F28F3/02B
Equivalents:

Abstract

A liq. cooling body for cooling an electrical component (esp. a semiconductor device) in good thermal contact with the body, the body consisting of an electrically insulating but thermally conductive material and having one or more cooling channels provided with connection nozzles. The body (1) has internal pins (15) which extend perpendicularly between its flat faces in the coolant flow path and which are bonded to at least one of the faces.

ADVANTAGE - The cooling body has reduced flow resistance combined with a high heat transfer capacity.

Data supplied from the esp@cenet database - I2



⑬ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 40 17 749 A 1**

⑤① Int. Cl.⁵:
H01 L 23/473
H 05 K 7/20
F 28 F 21/04
F 28 D 21/00

②① Aktenzeichen: P 40 17 749.1
②② Anmeldetag: 1. 6. 90
②③ Offenlegungstag: 5. 12. 91

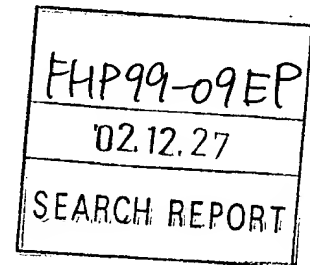
11
/ 11

DE 40 17 749 A 1

⑦① Anmelder:
ABB Patent GmbH, 6800 Mannheim, DE

⑥① Zusatz zu: P 39 08 996.7

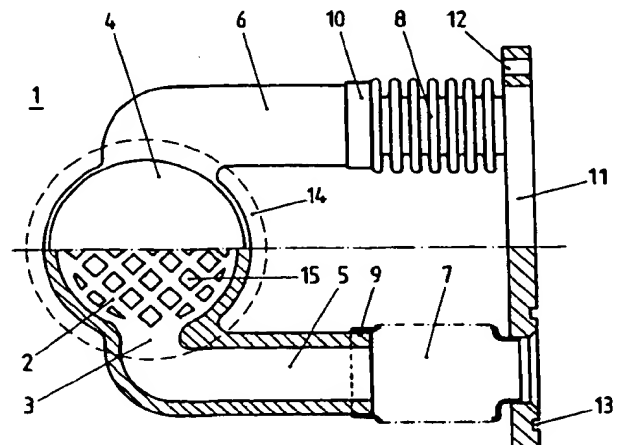
⑦② Erfinder:
Baumann, Heinrich, Dr., 7505 Ettlingen, DE



Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Flüssigkeitskühlkörper aus elektrisch isolierendem Material

⑤⑦ Es wird ein Flüssigkeitskühlkörper zur Kühlung eines elektrischen Bauelementes, insbesondere eines Halbleiterbauelementes, vorgeschlagen, das den Kühlkörper thermisch gut leitend kontaktiert, wobei der Kühlkörper mindestens einen mit Anschlußstutzen versehenen Kühlkanal aufweist, und wobei der Kühlkörper aus einem elektrisch isolierenden und thermisch gut leitenden Werkstoff in massiver Weise aufgebaut ist. Im Innenraum des Kühlkörpers (1) sind senkrecht zu beiden Böden orientierte, von Boden zu Boden reichende, mit jeweils mindestens einem Bodenschlüssig verbundene, im Strömungsweg des Kühlmittels befindliche Zapfen (15, 16, 17, 15a, 15b, 15c) angeordnet. Diese Zapfen können im Querschnitt quadratisch, rautenförmig, kreisrund oder oval sein.



DE 40 17 749 A 1

Die Erfindung bezieht sich auf einen Flüssigkeitskühlkörper zur Kühlung eines elektrischen Bauelementes, insbesondere eines Halbleiterbauelementes, das den Kühlkörper thermisch gut leitend kontaktiert, wobei der Kühlkörper mindestens einen mit Anschlußstutzen versehenen Kühlkanal aufweist, und wobei der Kühlkörper aus einem elektrisch isolierenden und thermisch gut leitenden Werkstoff in massiver Weise aufgebaut ist.

Ein solcher Flüssigkeitskühlkörper aus elektrisch isolierendem Material wird in der Hauptanmeldung P 39 08 996.7 vorgeschlagen.

Bei dem in der Hauptanmeldung vorgeschlagenen Flüssigkeitskühlkörper kann vorteilhaft nichttensioniertes Wasser zur Kühlung von Bauteilen der Leistungselektronik verwendet werden. Es hat sich jedoch herausgestellt, daß bei diesem Flüssigkeitskühlkörper ein relativ hoher Druckverlust auftritt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Flüssigkeitskühlkörper aus elektrisch isolierendem Material der eingangs genannten Art anzugeben, der einen geringen Strömungswiderstand bei gleichzeitig hohem Wärmeübertragungsvermögen aufweist.

Diese Aufgabe wird in Verbindung mit den Merkmalen des Oberbegriffes erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß im Innenraum des Kühlkörpers senkrecht zu beiden Böden orientierte, von Boden zu Boden reichende, mit jeweils mindestens einem Boden stoffschlüssig verbundene, im Strömungsweg des Kühlmittels befindliche Zapfen angeordnet sind.

Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile bestehen insbesondere darin, daß beim vorgeschlagenen Flüssigkeitskühlkörper nur ein geringer Druckverlust auftritt. Die wärmeübertragende innere Oberfläche des Flüssigkeitskühlkörpers ist — zumindestens bei quadratischer oder rautenförmiger Ausbildung der Zapfen — nach Art eines Waffelmusters ausgebildet, was an sich bei Kühldosen aus Metall bereits bekannt ist (DE 26 40 000 C2). Die bekannte Kühldose benötigt jedoch ein isolierendes Kühlmittel, vorzugsweise Transformatoröl, während beim vorgeschlagenen Kühlkörper vorzugsweise nichttensioniertes Wasser als Kühlmittel verwendet wird. Die für die elektrische Isolation erforderlichen Luft- und Kriechstrecken zwischen dem zu kühlenden potentialbehafteten Halbleiterbauelement und den metallischen, externen Kühlmittelanschlüssen werden durch entsprechend lang ausgebildete thermische Anschlußstutzen des Kühlkörpers gewährleistet, welche ebenfalls aus einem elektrisch isolierenden Werkstoff bestehen und stoffschlüssig mit dem Kühlkörper verbunden sind.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet.

Die Erfindung wird nachstehend anhand der in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiele erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Schnitt durch einen Kühlkörper,

Fig. 2 eine Seitenansicht des Kühlkörpers,

Fig. 3, 4 Varianten bei der Ausbildung der Zapfen,

Fig. 5, 6 Varianten bei der Ausbildung der Kühlkörperhälften.

In Fig. 1 ist ein Schnitt durch einen Kühlkörper dargestellt. Es handelt sich um einen Kühlkörper 1 aus einem elektrisch isolierenden und thermisch gut leitenden Werkstoff, vorzugsweise aus einem elektrisch isolierenden und thermisch gut leitenden keramischen Werkstoff, beispielsweise aus Aluminiumnitrid oder Beryll-

umoxid. Alternativ kann der Kühlkörper 1 auch aus einem elektrisch isolierenden und thermisch gut leitenden Kunststoff bestehen. Die Kühlkanäle 2 im Inneren des massiven, in Form einer Kühldose ausgebildeten Kühlkörpers 1 weisen eine waffelmusterförmige Struktur auf, was den Strömungswiderstand erheblich reduziert und gleichzeitig ein sehr gutes Wärmeübertragungsverhalten gewährleistet.

Dabei sind eine Vielzahl parallel zueinander verlaufender und aufeinander senkrecht stehender oder sich mit stumpfem oder spitzem Winkel schneidender Kühlkanäle 2 vorgesehen, die jeweils durch massive, mit mindestens einem Boden des Kühlkörpers verbundene Zapfen voneinander getrennt werden. Diese Zapfen sind senkrecht zu beiden Böden des Kühlkörpers orientiert, reichen von Boden zu Boden und sind beispielsweise im Querschnitt quadratisch (wie in Fig. 1 gezeigt: Ziffer 15) oder rautenförmig (wie in Fig. 3 gezeigt: Ziffer 16) oder kreisrund (siehe Fig. 4: Ziffer 17) oder oval und vergrößern die wärmeübertragende Oberfläche im Innenraum des Kühlkörpers beträchtlich.

Die Kühlkanäle 2 münden zumindest teilweise in zwei sich gegenüberliegenden Enden 3 bzw. 4, die mit Anschlußstutzen 5 bzw. 6 für die externe Kühlmittelzu- und -abfuhr versehen sind. Dabei erfolgt die Kühlmittelzu- und -abfuhr von bzw. nach derselben Seite bezüglich des Kühlkörpers, d. h. nach oben oder unten oder nach der rechten oder linken Seite, so daß die drei anderen Seiten eines mindestens einen Kühlkörpers und ein Halbleiterbauelement enthaltenden Spanverbandes für elektrische Anschlüsse an die mit dem Kühlkörper thermisch zu kontaktierenden Halbleiterbauelemente zur Verfügung stehen.

Diese spezielle Anschlußkonfiguration wird erzielt, indem beide Anschlußstutzen 5, 6 jeweils rechtwinklig abgebogen sind, so daß ihre dem Kühlkörper abgewandten, zum externen Anschluß geeigneten Endstücke parallel verlaufen und zur gleichen Seite weisen. Diese Endstücke der Anschlußstutzen 5 bzw. 6 sind über angeklebte oder angelötete Metallbälge oder metallische Wellrohre 7 bzw. 8 mit einer metallischen Montageplatte 11 verbunden, die ihrerseits an eine externe Kühlmittelversorgung anschließbar ist. Die ringförmig um die Endstücke der Anschlußstutzen 5 bzw. 6 verlaufenden Löt- oder Klebestellen sind mit Ziffer 9 bzw. 10 bezeichnet.

Die Wellrohre 7, 8 sind vorzugsweise mit der Montageplatte 11 verlötet und gewährleisten vorteilhaft einerseits den Ausgleich von Fertigungstoleranzen und andererseits eine Beweglichkeit bei der Montage von mehreren Kühlkörpern und Halbleiterbauelementen in einem Spanverband. Zur Verbindung zwischen Montageplatte 11 und externer Kühlmittelversorgung sind Montagebohrungen 12 in der Montageplatte 11 vorgesehen (Schraubverbindungen). Nuten 13 in der Montageplatten 11 dienen zur Aufnahme von O-Ringen aus Gummi oder geeigneten Kunststoffen, die eine Abdichtung zwischen der Montageplatte und der externen Kühlmittelversorgung gewährleisten.

Als Kühlmittel gelangt vorzugsweise nichttensioniertes Wasser zur Anwendung. Die Länge der ebenfalls aus einem elektrisch gut isolierenden Werkstoff bestehenden und stoffschlüssig mit dem Kühlkörper verbundenen Anschlußstutzen 5, 6 ist so bemessen, daß die für die elektrische Isolation erforderlichen Luft- und Kriechstrecken zwischen dem zu kühlenden Halbleiterbauelement und den metallischen Wellrohren 7, 8 eingehalten werden. Das gegen den Kühlkörper 1 mit vor-

gebbarer Kraft zu pressende Halbleiterbauelement ist gestrichelt angedeutet.

In Fig. 2 ist eine Seitenansicht des Kühlkörpers dargestellt. Insbesondere ist der Anschlußstutzen 5 des Kühlkörpers 1 zu erkennen. Der Metallbalg 7 ist einerseits an der Löt- oder Klebstelle 9 mit dem Endstück des Anschlußstutzens 5 und andererseits mit der metallischen Montageplatte 11 verbunden. Gegen beide Böden des Kühlkörpers 1 sind gestrichelt angedeutete Halbleiterbauelemente 14, 14' eines Spanverbandes gepreßt.

In den Fig. 3 und 4 sind Varianten bei der Ausbildung der Zapfen dargestellt. In Fig. 3 sind im Querschnitt rautenförmige Zapfen 16 gezeigt, deren eine Diagonale ihres Querschnitts parallel zur durch Kühlmittelzu- und -abfuhr vorgegebenen Strömungsrichtung verläuft. Die Strömungsrichtung des Kühlmittels ist durch einen Pfeil gekennzeichnet. Gleiches gilt auch für die quadratischen Zapfen 15 gemäß Fig. 1. In Fig. 4 sind im Querschnitt kreisrunde Zapfen 17 vorgesehen, wobei die Zapfen benachbarter Zapfenreihen jeweils versetzt angeordnet sind, d. h. bezüglich der Strömungsrichtung des Kühlmittels folgt auf einen Zapfen eine Lacke zwischen zwei Zapfen. Letzteres gilt auch für die Zapfenreihen der Fig. 1 und 3. Als Abwandlung der kreisrunden Zapfen 17 ist auch eine im Querschnitt ovale Ausbildung der Zapfen möglich.

In den Fig. 5 und 6 sind Varianten bei der Ausbildung der Kühlkörperhälften dargestellt. Gemäß Fig. 5 besteht der Kühlkörper 1 aus zwei bezüglich der parallel zu den Böden verlaufenden Ebene spiegelsymmetrisch aufgebauten Kühlkörperhälften 18 und 19. Die mit der Kühlkörperhälfte 18 stoffschlüssig verbundenen Zapfen 15a stützen sich gegen die mit der Kühlkörperhälfte 19 stoffschlüssig verbundenen Zapfen 15b ab. Die zwischen den Zapfen verlaufenden Kühlkanäle 2 sind zu erkennen.

Gemäß Fig. 6 besteht der Kühlkörper aus zwei bezüglich der parallel zu den Böden verlaufenden Spiegelebene unsymmetrisch aufgebauten Kühlkörperhälften 20 und 21. Die mit dem Boden der Kühlkörperhälfte 20 stoffschlüssig verbundenen Zapfen 15c stützen sich gegen den Boden der weiteren Kühlkörperhälfte 21 ab.

Allgemein ist zur Herstellung des Flüssigkeitskühlkörpers zu bemerken, daß in einem ersten Schritt die beiden Kühlkörperhälften zusammen mit den Anschlußstutzenhälften hergestellt werden und daß diese beiden Hälften bei Verwendung von keramischen Werkstoffen in einem zweiten Schritt im Grünzustand zusammengesetzt und anschließend gesintert werden.

Patentansprüche

1. Flüssigkeitskühlkörper zur Kühlung eines elektrischen Bauelementes, insbesondere eines Halbleiterbauelementes, das den Kühlkörper thermisch gut leitend kontaktiert, wobei der Kühlkörper mindestens einen mit Anschlußstutzen versehenen Kühlkanal aufweist, und wobei der Kühlkörper aus einem elektrisch isolierenden und thermisch gut leitenden Werkstoff in massiver Weise aufgebaut ist, dadurch gekennzeichnet, daß im Innenraum des Kühlkörpers (1) senkrecht zu beiden Böden orientierte, von Boden zu Boden reichende, mit jeweils mindestens einem Boden stoffschlüssig verbundene, im Strömungsweg des Kühlmittels befindliche Zapfen (15, 16, 17, 15a, 15b, 15c) angeordnet sind.
2. Flüssigkeitskühlkörper nach Anspruch 1, da-

durch gekennzeichnet, daß die Zapfen (15) im Querschnitt quadratisch ausgebildet sind, wobei eine Diagonale ihres Querschnitts parallel zur Strömungsrichtung des Kühlmittels verläuft.

3. Flüssigkeitskühlkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zapfen (16) im Querschnitt rautenförmig ausgebildet sind, wobei eine Diagonale ihres Querschnitts parallel zur Strömungsrichtung des Kühlmittels verläuft.

4. Flüssigkeitskühlkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zapfen (17) im Querschnitt kreisrund ausgebildet sind.

5. Flüssigkeitskühlkörper nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Zapfen im Querschnitt oval ausgebildet sind.

6. Flüssigkeitskühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (1) aus zwei bezüglich der parallel zu den Böden verlaufenden Ebene spiegelsymmetrisch aufgebauten Kühlkörperhälften (18, 19) besteht, wobei die Zapfen (15a, 15b) sich aufeinander abstützen.

7. Flüssigkeitskühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (1) aus zwei bezüglich der parallel zu den Böden verlaufenden Spiegelebene unsymmetrisch aufgebauten Kühlkörperhälften (20, 21) besteht, wobei jeweils ein Zapfen (15c) stoffschlüssig mit dem Boden der einen Kühlkörperhälfte (20) verbunden ist und sich gegen den Boden der weiteren Kühlkörperhälfte abstützt.

8. Flüssigkeitskühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper (1) zwei sich gegenüberliegende, stoffschlüssig mit dem Kühlkörper verbundene Anschlußstutzen (5, 6) für Kühlmittelzu- und -abfuhr aufweist, deren zum externen Anschluß geeignete Endstücke derart rechtwinklig abgebogen sind, daß sie parallel verlaufen und zur gleichen Seite weisen.

9. Flüssigkeitskühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper aus Aluminiumnitrid besteht.

10. Flüssigkeitskühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper aus Berylliumoxid besteht.

11. Flüssigkeitskühlkörper nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Kühlkörper aus Kunststoff besteht.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

— Leerseite —

THIS PAGE BLANK (USPTO)

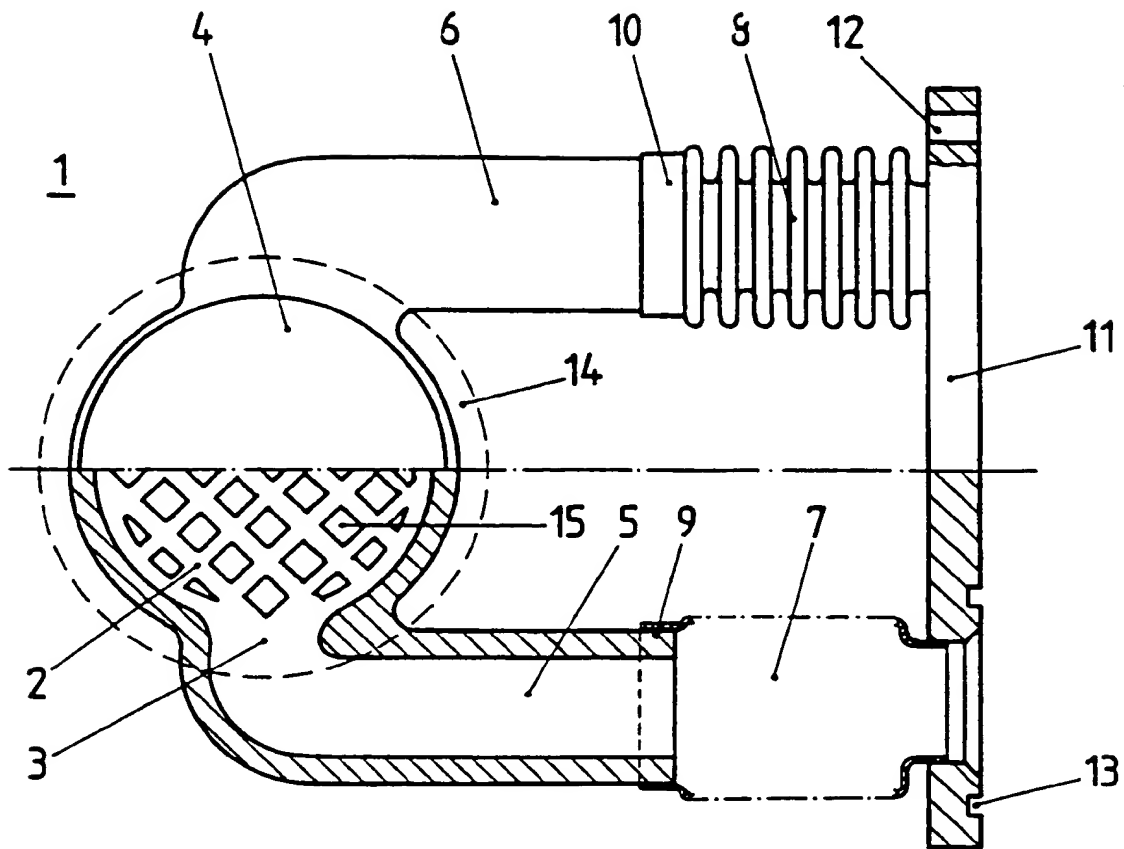


Fig. 1

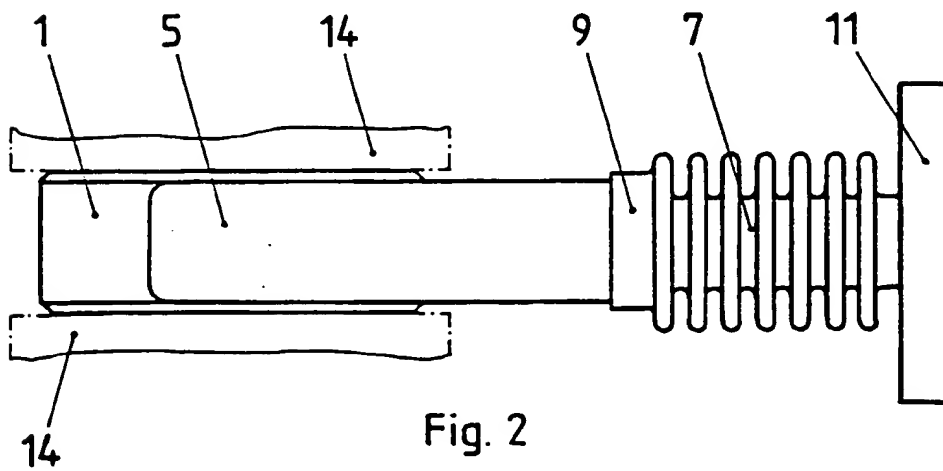


Fig. 2

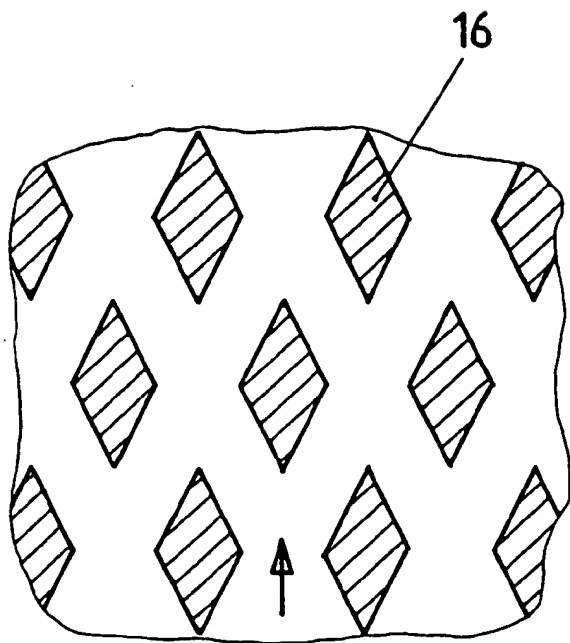


Fig. 3

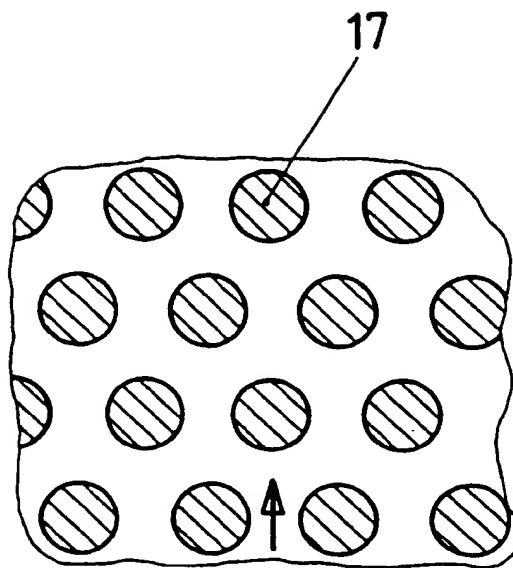


Fig. 4

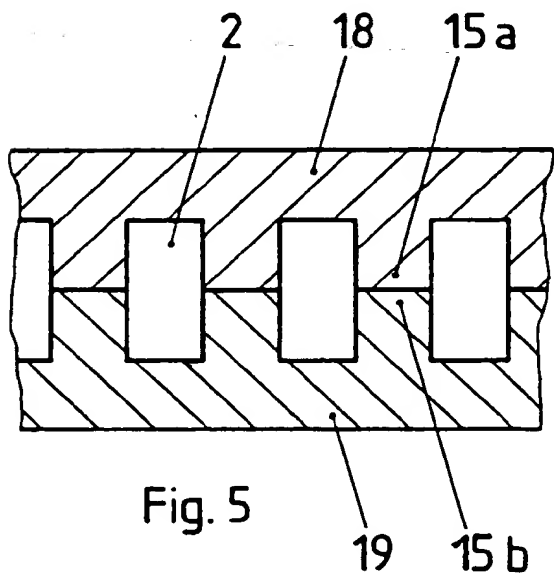


Fig. 5

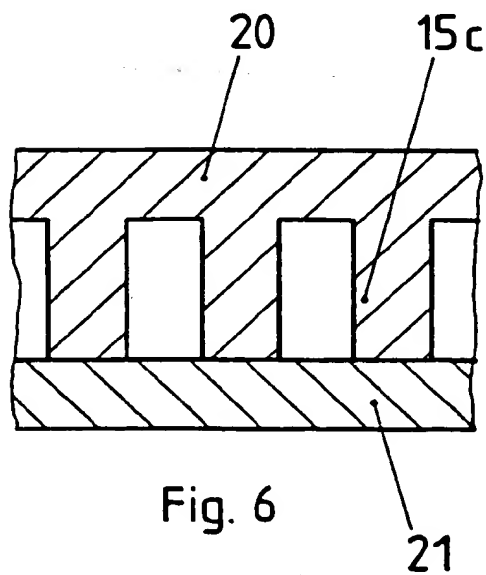


Fig. 6